



(11)

EP 3 349 022 B1

(12)

EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(45) Date of publication and mention of the grant of the patent:
31.05.2023 Bulletin 2023/22

(21) Application number: **16843624.4**

(22) Date of filing: **06.09.2016**

(51) International Patent Classification (IPC):
G01R 27/32 ^(2006.01) **G01R 31/00** ^(2006.01)

(52) Cooperative Patent Classification (CPC):
G01R 27/28

(86) International application number:
PCT/CN2016/098149

(87) International publication number:
WO 2017/041686 (16.03.2017 Gazette 2017/11)

(54) **DEVICE AND METHOD FOR TESTING DUAL-BAND NONLINEAR VECTOR NETWORK PARAMETER**

VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM TESTEN EINES PARAMETERS EINES DOPPELBANDIGEN, NICHTLINEAREN VEKTORNETZWERKS

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE TEST DE PARAMÈTRE DE RÉSEAU VECTORIEL NON LINÉAIRE À DOUBLE BANDE

(84) Designated Contracting States:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priority: **11.09.2015 CN 201510577865**

(43) Date of publication of application:
18.07.2018 Bulletin 2018/29

(73) Proprietor: **Ceyear Technologies Co., Ltd**
Qingdao, Shandong (CN)

(72) Inventors:

- **YANG, Baoguo**
Qingdao
Shandong 266555 (CN)
- **NIAN, Fushun**
Qingdao
Shandong 266555 (CN)
- **LIANG, Shengli**
Qingdao
Shandong 266555 (CN)
- **LI, Shubiao**
Qingdao, Shandong 266555 (CN)
- **WANG, Zunfeng**
Qingdao, Shandong 266555 (CN)
- **CAO, Zhiying**
Shandong 266555 (CN)

- **ZHANG, Qinglong**
Qingdao, Shandong 266555 (CN)
- **XU, Chunqing**
Qingdao, Shandong 266555 (CN)
- **LI, Mingtai**
Qingdao, Shandong 266555 (CN)

(74) Representative: **Bandpay & Greuter**
30, rue Notre-Dame des Victoires
75002 Paris (FR)

(56) References cited:

CN-A- 102 571 483	CN-A- 102 749 513
CN-A- 103 675 448	CN-A- 103 684 490
CN-A- 104 101 807	CN-A- 104 202 085
CN-A- 104 204 840	CN-A- 105 242 132
CN-U- 203 798 915	US-A1- 2009 216 468
US-A1- 2011 288 820	US-B1- 6 529 844

- **Heuermann: "NonLin-IM: Vector analysis for non-linear intermodulation measurements", , 3 February 2012 (2012-02-03), XP055575883, Retrieved from the Internet:
URL:http://www.hhft.de/files/products/network_analysis/IM/NonLin-IM_Operating_Manual.pdf**

Note: Within nine months of the publication of the mention of the grant of the European patent in the European Patent Bulletin, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to that patent, in accordance with the Implementing Regulations. Notice of opposition shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

EP 3 349 022 B1

- Ernie Jackson: "Beyond S-parameters: Modern Network Analyzer Architectures and Algorithms", , 30 November 2007 (2007-11-30), XP055575886, Retrieved from the Internet: URL:https://www.ieee.li/pdf/viewgraphs/beyond_s_parameterse.pdf

Description**TECHNICAL FIELD**

5 **[0001]** The present invention relates to the field of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters, in particular to a device and method of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters.

BACKGROUND

10 **[0002]** With the continuous development of modern microwave millimeter wave communication systems, for example, the rapid development of the mobile communication system, phased array radar, satellite communication, satellite navigation, electronic countermeasures and precision guidance systems and equipment, the high-speed broadband technology has become a development trend. This new technology often requires the communication system with the multi-carrier and large-dynamic-range characteristics, so the linearity of the microwave devices is very demanding.
 15 Therefore, for a microwave device component such as a wide-bandgap semiconductor, ultra-wideband mixer and high-power low intermodulation connector, their nonlinear characterization and modeling problem attracted much attention of the information industry. The general way to study this problem is to test their nonlinear behavioral characteristics based on the black-box theory.

[0003] The existing approach to testing the nonlinear characteristics of microwave device components is to model
 20 their behavioral-level nonlinear characteristics by regarding the microwave device components as a "network" under test with N ports, where the concept of the network is derived from the "black box model." The famous nonlinear models include the X-parameter Model and the Cardiff Model. The X-parameter Model was developed by Dr. Jan, mainly launched by Keysight Technologies (formerly known as Agilent Technologies Inc.) and modeled and processed by the ADS software; the Cardiff Model was established by Mesuro Limited in the United Kingdom and is mainly launched by R&S
 25 (Rohde & Schwarz) at present. However, these models are based on single-frequency signal excitation, cannot fully express the nonlinear behavioral characteristics of the device components or the behavioral parameters of the device components such as passive component intermodulation distortion, power amplifier intermodulation distortion, mixer frequency conversion loss and divider frequency division loss. Therefore, in the field of microwave communications, there is an urgent need for a model and testing method that breaks through the limitation of single-frequency excitation,
 30 predicts the nonlinear behaviors of the microwave device components and may be used for system design. Relevant examples of high-frequency characterization systems are described in CN 103 675 448 A, US 2011/288820 A1 and "NonLin-IM: Vector analysis for non-linear intermodulation measurements", HEUERMAN HF-Technik GmbH, February 2012.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0004] In view of the above-mentioned technical problems that exist in the prior arts, the present invention proposes a device and method of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters, which is reasonable in design,
 40 overcomes the shortcomings of the prior arts and solves the challenges of dual-frequency nonlinear behavioral characterization and testing of the microwave device components with good results.

[0005] In order to achieve the purpose above, the present invention adopts the following technical solution:

A device of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters, according to claim 1 and the associated method according to claim 2.

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS**[0006]**

50 FIG. 1 illustrates a schematic diagram for the hardware for a device of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters according to the present invention.

FIG. 2 illustrates a schematic diagram for the black box model in a device and method of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters according to the present invention.

FIG. 3 illustrates an output response diagram for the dual-frequency signal excitation amplifier module in the prior arts.

55 FIG. 4 illustrates a flow block diagram for a method of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters according to the present invention.

[0007] Where, 1 - frequency reference module; 101 - first signal source; 102 - second signal source; 103 - local oscillator signal source; 2 - computer module; 3 - R receiver; 4 - R1 receiver; 5 - R2 receiver; 6 - A receiver; 7 - B receiver;

8 - C receiver; 9 - fifth selector switch; 10 - sixth selector switch; 11 - mixer; 12 - seventh selector switch; 13 - first load; 14 - fourth selector switch; 15 - fifth coupler; 16 - third testing port; 17 - second multiplier selection unit; 18 - second coupler; 19 - second selector switch; 20 - fourth coupler; 21 - second testing port; 22 - first multiplier selection unit; 23 - first coupler; 24 - first selector switch; 25 - second load; 26 - third selector switch; 27 - third coupler; 28 - first testing port.

SPECIFIC EMBODIMENTS

[0008] The present invention will be further described in detail below with reference to the drawings and specific embodiments:

Embodiment 1:

[0009] As shown in FIG. 1, a device of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters comprises a frequency reference module 1, selector switches, testing ports, multiplier selection units, receivers, couplers, a mixer 11, a computer module 2 and loads.

[0010] The said selector switches comprise a first selector switch 24, a second selector switch 19, a third selector switch 26, a fourth selector switch 14, a fifth selector switch 9, a sixth selector switch 10 and a seventh selector switch 12.

[0011] The said multiplier selection units comprise a first multiplier selection unit 22 and a second multiplier selection unit 17 for realizing the selection of the pass-through, double, triple ... n-tuple for the signals.

[0012] The said receivers comprise a R receiver 3 for providing a phase reference for the nonlinear testing, an R1 receiver 4 for testing the output signal of the first signal source 101, an R2 receiver 5 for testing the output signal of the second signal source 102, an A receiver 6 for testing the signal entering the first testing port 28, a B receiver 7 for testing the signal entering the second testing port 21, and a C receiver 8 for testing the signal entering the third testing port 16.

[0013] The said receiver mainly comprises a frequency mixing module, an intermediate frequency conditioning module, an A/D conversion module and a DSP vector calculation module.

[0014] The said couplers comprise a first coupler 23, a second coupler 18, a third coupler 27, a fourth coupler 20, and a fifth coupler 15.

[0015] The said first coupler 23 sends the coupled portion of the signal emitted from a first signal source 101 to the R1 receiver 4.

[0016] The said second coupler 18 sends the coupled portion of the signal emitted from a second signal source 102 to the R2 receiver 5.

[0017] The said third coupler 27 sends the coupled portion of the incoming signal from a first testing port 28 to the A receiver 6.

[0018] The said fourth coupler 20 sends the coupled portion of the incoming signal from a second testing port 21 to the B receiver 7.

[0019] The said fifth coupler 15 sends the coupled portion of the incoming signal from a third testing port 16 to the C receiver 8.

[0020] The said mixer 11 is configured to frequency mix the output signal of the first multiplier selection unit 22 and the output signal of the second multiplier selection unit 17 and output the signal subject to frequency mixing to the R receiver 3 via the fifth selector switch 9.

[0021] The said loads comprise a first load 13 and a second load 25.

[0022] The said frequency reference module 1 generates two signal sources, that is, a first signal source 101 and a second signal source 102, and a local oscillator signal source 103 for sending a local oscillator signal to a receiver; the said first signal source 101 and the said second signal source 102 input the signal to the first testing port 28 or the third testing port 16 in an independent or combined fashion, the second signal source 102 outputs the signal to the second testing port 21 independently, the local oscillator signal source 103 sends the local oscillator signal to six receivers, namely, R receiver 3, R1 receiver 4, R2 receiver 5, A receiver 6, B receiver 7 and C receiver 8.

[0023] The signals from the said first signal source 101 and the said second signal source 102 are respectively divided into the first multiplier selection unit 22 and the second multiplier selection unit 17. The signal output from the first multiplier selection unit 22 is sent to the R receiver 3 via the sixth selector switch 10 and the fifth selector switch 9; or the signal output from the second multiplier selection unit 17 is sent to the R receiver 3 via the seventh selector switch 12 and the fifth selector switch 9; or the signal output from the first multiplier selection unit 22 and the signal output from the second multiplier selection unit 17 enter the mixer 11 where the frequency mixing is performed via the sixth selector switch 10 and the seventh selector switch 12 respectively, and the signal that is frequency mixed by the mixer 11 is sent to the R receiver 3 via the fifth selector switch 9.

[0024] The said first coupler 23 sends the coupled part of the signal emitted from the first testing port 28 to the R1 receiver 4; the said second coupler 18 sends the coupled part of the signal emitted from the second testing port 21 to the signal R2 receiver 5; the said third coupler 27 sends the coupled part of the incoming signal from the first testing

port 28 to the A receiver 6; the said fourth coupler 20 sends the coupled part of the incoming signal from the second testing port 21 to the B receiver 7; the said fifth coupler 15 sends the coupled part of the incoming signal from the third testing port 16 to the C receiver 8.

[0025] The signal entering the R receiver 3 and the signals that enter the R1 receiver 4, R2 receiver 5, A receiver 6, B receiver 7 and C receiver 8 are respectively frequency mixed with the local oscillator signal generated by the local oscillator signal source 103 to output an intermediate frequency signal which is subjected to intermediate frequency conditioning by an intermediate frequency conditioning module, then enters an A/D conversion module for sampling and conversion and then enters the DSP vector calculation module where the digital intermediate frequency signal is subjected to I/Q decomposition and filtering, and the received signal is tested for its amplitude and phase and the test data is sent to the computer module 2 for nonlinear modeling; additionally, the computer module 2 controls the sweep frequency and power of the first signal source 101 and the second signal source 102 as well as the local oscillator signal source 103.

Embodiment 2:

[0026] Based on the above-mentioned embodiments, the present invention provides a method of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters that solves the challenges of the dual-frequency nonlinear behavioral characterization and testing of the microwave device components.

(1) The working principle is as follows:

[0027] As shown in FIG. 2, the microwave nonlinear system is described by the nonlinear two-port network (that is, DUT) of the black box theory, where, a_1 represents the incoming signal of Port 1, b_1 represents the reflected signal of Port 1, a_2 represents the incoming signal of Port 2 and b_2 represents the outgoing signal of Port 2. When the excitation signal is a single-frequency signal, they are single-frequency microwave signals and the linear S-parameter is defined as:

$$S_{11} = \frac{b_1}{a_1} \Big|_{a_2=0}, \quad S_{21} = \frac{b_2}{a_1} \Big|_{a_2=0}, \quad S_{12} = \frac{b_1}{a_2} \Big|_{a_1=0}, \quad S_{22} = \frac{b_2}{a_2} \Big|_{a_1=0}$$

[0028] When the excitation signal is a dual-tone signal, the nonlinear network output signal will produce a series of combined frequency components which are intermodulation interference in addition to the fundamental, harmonic analysis and DC components. The typical output spectrum of the excitation amplifier module for a set of dual-frequency signals is as shown in FIG. 3. It is noteworthy that the intermodulation interference close to the fundamental component is not filtered by the filter in the communication system.

[0029] Assume that the network under test is a constant network without considering the amplifier memory effect. Suppose that the nonlinear network input $a(t)$ as shown in FIG. 1 is a dual-frequency signal, $a(t)=A_1(t)+A_2(t)$, then the output wave $b(t)$ will have scattering and intermodulation components, the output can be expressed as $b=f(a)$. f is a nonlinear function and also a complex function. It is derived from the complex function theory that:

$$\frac{\partial F(a)}{\partial a} = \frac{\partial \operatorname{Re}(F(a))}{\partial \operatorname{Re}(a)} + j \frac{\partial \operatorname{Im}(F(a))}{\partial \operatorname{Re}(a)} = \frac{\partial \operatorname{Im}(F(a))}{\partial \operatorname{Im}(a)} - j \frac{\partial \operatorname{Re}(F(a))}{\partial \operatorname{Im}(a)}$$

$$\text{Let: } J_{RR} = \frac{\partial \operatorname{Re}(F(a))}{\partial \operatorname{Re}(a)}, \quad J_{IR} = \frac{\partial \operatorname{Im}(F(a))}{\partial \operatorname{Re}(a)}, \quad J_{II} = \frac{\partial \operatorname{Im}(F(a))}{\partial \operatorname{Im}(a)}, \quad J_{RI} = \frac{\partial \operatorname{Re}(F(a))}{\partial \operatorname{Im}(a)}.$$

[0030] Then use the complex equality algorithm, and write the matrix form to get:

$$\begin{bmatrix} \operatorname{Re}(b) \\ \operatorname{Im}(b) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_{RR} & J_{RI} \\ J_{IR} & J_{II} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \operatorname{Re}(a) \\ \operatorname{Im}(a) \end{bmatrix}$$

[0031] In the actual nonlinear circuits, if the excitation source is single-frequency excitation, the response function is composed of a series of harmonic frequencies of the excitation frequency, that is, the response function may be expressed as an array, $[b] = [b^1, b^2, \dots, b^m, \dots]$, where the superscript, m , represents the harmonic number. Let us consider that the

excitation function is excited by a series of harmonic frequencies of the excitation frequency, $[a] = [a^1, a^2, \dots, a^m, \dots]$ may also be expressed as an array, then the matrix form above may be written in the form of real partitioned matrix

$$\begin{bmatrix} \text{Re}([b]) \\ \text{Im}([b]) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [J_{RR}] & [J_{RI}] \\ [J_{IR}] & [J_{II}] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Re}([a]) \\ \text{Im}([a]) \end{bmatrix}$$

[0032] The complex form can be written directly, and because of its similarity to the S-parameter concept, the nonlinear scattering function S-matrix is defined.

$$[b] = [S][a]$$

[0033] It is a nonlinear large-signal expression, which is similar to the expression of small signal S-parameter, and can be converted into the small-signal S-parameter.

[0034] Under dual-frequency excitation, the signal is complicated in composition and includes the intermodulation component in addition to the fundamental component and harmonic component. The intermodulation frequencies of all the sums and differences produced by two frequencies are defined as $IM(\omega_1, \omega_2) = |m\omega_1 \pm n\omega_2|$, where, both m and n are positive integers and $m + n$ is an order.

[0035] Here we further unify the intermodulation frequency, fundamental component and harmonic component, let m and n be integers and both not assume 0 simultaneously, let $f(\omega_1, \omega_2) = [|m\omega_1 \pm n\omega_2|]$, then the fundamental component, harmonic component and intermodulation frequency are contained.

[0036] Let the dual-frequency excitation signals be a and a' , then the two-port nonlinear network input as shown in FIG. 1 is:

$$[a] = [a_1, a_2] = [f(a_1, a'_1), f(a_2, a'_2)]$$

[0037] Let the outgoing signal be:

$$[b] = [b_1, b_2] = [f(b_1, b'_1), f(b_2, b'_2)]$$

[0038] By replacing the transfer matrix S with the hieroglyphic letter W that represents the intermodulation, the dual-frequency nonlinear microwave W scattering matrix is defined as:

$$[b] = [W][a]$$

40

(2) The workflow is as follows:

[0039] Assume that the system analyzes the second harmonic third-order intermodulation, then:

45

$$\begin{aligned} f(\omega_1, \omega_2) &= |m\omega_1 \pm n\omega_2| \\ &= [\omega_1, 2\omega_1, \omega_2, \omega_1 + \omega_2, |\omega_1 - \omega_2|, 2\omega_1 + \omega_2, |2\omega_1 - \omega_2|, 2\omega_2, \omega_1 + 2\omega_2, |\omega_1 - 2\omega_2|] \end{aligned}$$

[0040] Therefore, it is a matrix where the W-parameter is 20×20 . In the dual-frequency nonlinear scattering parameter W-parameter matrix, each W-parameter factor has its own physical meaning. The positions of the W matrix may be defined as i and j, the port number of the network output b-wave defined as 1, the port number of the input a-wave defined as k, the dual-tone orders defined as m and n, both of which are integers and don't assume 0 simultaneously, (m_a, n_a) represents the frequency of the a-wave at a frequency of $m_a\omega_1 + n_a\omega_2$ and $(m_b, n_b) - (m_a, n_a)$ represents the response of the b-wave to the a-wave at a frequency of $m_b\omega_1 + n_b\omega_2$. Then, the W matrix can be expressed as

55

$$W_{i,j} = W_{(l,k)}^{(m_b, n_b) - (m_a, n_a)}$$

(3) The testing comprises the following steps (as shown in FIG. 4):

[0041]

Step 1: For the two-port network under test, connect the device under test (DUT) to the first testing port and the third testing port;

Step 2: For testing the single-frequency reflection response and single-frequency transmission response, turn off the second signal source, let the first selector switch gate on the first testing port, let the third selector switch gate on the first signal source and let the fourth selector switch gate on the first load; the test signal generated by the first signal source is loaded by the first testing port to the device under test and the signal transmitted to the third testing port is absorbed by the first load; after calibration, test the forward full frequency band S-parameter of the two-port network and test the single-frequency reflection response and single-frequency transmission response using the test results of the R1 receiver, A receiver and C receiver, giving $S_{11}(f)$ and $S_{21}(f)$ which respectively

correspond to $W_{(1,1)}^{(m,n)-(m,n)}$ (single-frequency reflection response) and $W_{(2,1)}^{(m,n)-(m,n)}$ (single-frequency transmission response) according to the frequencies.; there are totally 20 array elements such as $W_{(1,1)}^{(1,1)-(1,1)} = S_{11}(\omega_1 + \omega_2)$;

Step 3: For testing the single-frequency backward reflection response and single-frequency backward transmission response, turn off the first signal source, let the second selector switch gate on the third testing port, let the third selector switch gate on the second load, let the fourth selector switch gate on the second signal source; the test signal generated by the second signal source is loaded by the third testing port to the device under test and the signal transmitted to the first testing port is absorbed by the second load; after calibration, test the backward full frequency band S-parameter of the two-port network and test the single-frequency backward reflection response and single-frequency backward transmission response using the test results of the R2 receiver, A receiver and C

receiver, giving $S_{22}(f)$ and $S_{12}(f)$ which respectively correspond to $W_{(2,2)}^{(m,n)-(m,n)}$ (single-frequency reflection response) and $W_{(1,2)}^{(m,n)-(m,n)}$ (single-frequency transmission response) according to the frequencies; there are totally 20 array elements;

Step 4: For testing the forward harmonic response, let the first selector switch gate on the first testing port, let the second selector switch gate on the third testing port, let the third selector switch gate on the first signal source, let the fourth selector switch gate on the first load, let the sixth selector switch gate on the R receiver, let the fifth selector switch gate on the first signal source, let the first multiplier selection unit select N-tuple, where N is a positive integer greater than 2, after calibration, test the N-times harmonic response and test the forward harmonic response using

the test results of the R receiver, R1 receiver, A receiver and C receiver, giving $W_{(1,1)}^{(2,0)-(1,0)}$, $W_{(1,1)}^{(0,2)-(0,1)}$, $W_{(2,1)}^{(2,0)-(1,0)}$

and $W_{(2,1)}^{(0,2)-(0,1)}$; there are totally 4 array elements such as $W_{(1,1)}^{(2,0)-(1,0)} = \frac{A/R}{R_1/R}$;

Step 5: For testing the backward harmonic response, let the first selector switch gate on the first testing port, let the second selector switch gate on the third testing port, let the third selector switch gate on the first signal source, let the fourth selector switch gate on the first load, let the sixth selector switch gate on the R receiver, let the fifth selector switch gate on the first signal source, let the second multiplier selection unit select N-tuple, where N is a positive integer greater than 2, after calibration, test the N-times harmonic response, and test the backward harmonic re-

sponse using the test results of the R receiver, R1 receiver, A receiver and C receiver, giving $W_{(1,1)}^{(2,0)-(1,0)}$, $W_{(1,1)}^{(0,2)-(0,1)}$

, $W_{(2,1)}^{(2,0)-(1,0)}$ and $W_{(2,1)}^{(0,2)-(0,1)}$; there are totally 4 array elements;

Step 6: Repeat the on-off actions in Steps 4 and 5, test the impact of the harmonic frequency on the fundamental frequency, and test the response of the 1/N frequency component of the excitation frequency, where N = 2, getting

4 forward responses and 4 backward responses such as $W_{(1,1)}^{(1,0)-(2,0)}$; Step 7: For testing the intercoupling effect of the dual-tone signals, assume that the frequency difference between two signals is $\Delta = \omega_2 - \omega_1$ and test the inter-

coupling effect of the dual-tone signals, finding that 120 items such as $W_{(1,1)}^{(1,0)-(1,1)}$ and $W_{(1,1)}^{(2,0)-(0,2)}$ are 0;

Step 8: For testing the forward excitation response, let the first selector switch gate on the first testing port, let the second selector switch gate on the first testing port, let the first testing port gate on the dual-tone signal and test the forward excitation response using the data from the R1 receiver, R2 receiver, A receiver, B receiver and C receiver;
 Step 9: For testing the backward excitation response, let the first selector switch gate on the third testing port, let the second selector switch gate on the third testing port, the output of which is a dual-tone signal, and test the backward excitation response using the data from the R1 receiver, R2 receiver, A receiver, B receiver and C receiver,

finding 4 items such as $W_{(1,1)}^{(1,0)-(0,1)}$;

Step 10: For testing the forward response and backward response of the dual-tone signal sum frequency, let the first selector switch gate on the first testing port, let the second selector switch gate on the first testing port, the output of which is a dual-tone signal, let the first multiplier selection unit select pass-through, let the second multiplier selection unit select pass-through, let the sixth selector switch and the seventh selector switch select frequency mixing, let the fifth selector switch select the mixed frequency output, let the receiving frequency of the R receiver be $\omega_1 + \omega_2$, test the forward response of the dual-tone signal sum frequency using the data from the R receiver,

R1 receiver, B receiver and C receiver, finding 4 parameters such as $W_{(1,1)}^{(1,1)-(0,1)}$ and $W_{(2,1)}^{(1,1)-(1,0)}$ and similarly test the backward response of the dual-tone signal sum frequency when the third testing port outputs a dual-tone signal,

finding 4 parameters such as $W_{(1,2)}^{(1,1)-(0,1)}$;

Step 11: For testing the forward response and backward response of the dual-tone signal beat frequency, let the first selector switch gate on the first testing port, let the second selector switch gate on the first testing port, the output of which is a dual-tone signal, let the first multiplier selection unit select pass-through, let the second multiplier selection unit select pass-through, let the sixth selector switch and the seventh selector switch select frequency mixing, let the fifth selector switch select the mixed frequency output, let the receiving frequency of the R receiver be $\omega_2 - \omega_1$, test the forward response of the dual-tone signal beat frequency using the data of the R receiver, R1

receiver, B receiver and C receiver, finding 4 parameters such as $W_{(1,1)}^{(1,-1)-(0,1)}$ and similarly test the backward response of the dual-tone signal beat frequency when the third testing port outputs a dual-tone signal, finding 4

parameters such as $W_{(1,2)}^{(1,-1)-(0,1)}$;

Step 12: For testing the forward third-order intermodulation and backward third-order intermodulation of the dual-tone signal sum frequency, let the first selector switch gate on the first testing port, let the second selector switch gate on the first testing port, the output of which is a dual-tone signal, let the first multiplier unit select pass-through, let the second multiplier selection unit select pass-through, let the sixth selector switch and the seventh selector switch select frequency mixing, let the fifth selector select mixed frequency output, let the receiving frequency of the R receiver be $2\omega_1 + \omega_2$ or $\omega_1 + 2\omega_2$, test the forward third-order intermodulation of the dual-tone signal sum frequency using the data from the R receiver, R1 receiver, B receiver and C receiver, finding 8 parameters such as

$W_{(1,1)}^{(2,1)-(0,1)}$ and similarly test the backward third-order intermodulation of the dual-tone signal sum frequency when

the third testing port outputs a dual-tone signal, finding 8 parameters such as $W_{(1,2)}^{(2,1)-(0,1)}$;

Step 13: For testing the forward third-order intermodulation and backward third-order intermodulation of the dual-tone signal beat frequency, let the first selector switch gate on the first testing port, let the second selector switch gate on the first testing port, the output of which is a dual-tone signal, let the first multiplier unit select pass-through, let the second multiplier selection unit select pass-through, let the sixth selector switch and the seventh selector switch select frequency mixing, let the fifth selector select mixed frequency output and let the receiving frequency of the R receiver be $2\omega_1 - \omega_2$ or $2\omega_2 - \omega_1$, test the forward third-order intermodulation of the dual-tone signal beat frequency using the data from the R receiver, R1 receiver, B receiver and C receiver, finding 8 parameters such as

$W_{(1,1)}^{(2,-1)-(0,1)}$ and similarly test the backward third-order intermodulation of the dual-tone signal beat frequency when

the third testing port outputs a dual-tone signal, finding 8 parameters such as $W_{(1,2)}^{(2,-1)-(0,1)}$;

Step 14: According to the principle of master signal, let other items be 0. There are totally 168 array elements. Express the test results using the dual-frequency nonlinear microwave W scattering function matrix, $[b] = [W][a]$,

$W_{i,j} = W_{(1,k)}^{(m_b, n_b)-(m_a, n_a)}$, where, i and j represent the positions of the W matrix, k represents the port number of the

input a-wave, l represents the port number of the output b-wave, m and n represent the dual-tone orders and both are integers and don't assume 0 simultaneously, (m_a, n_a) represents the frequency of the a-wave at a frequency of $m_a\omega_1 + n_a\omega_2$ and $(m_b, n_b) - (m_a, n_a)$ represents the response of the b-wave to the a-wave at a frequency of $m_b\omega_1 + n_b\omega_2$.

[0042] In view of the challenges of the nonlinear behavioral model characterization and testing of the microwave device components and the current situation of the nonlinear vector network parameter testing, the present invention creates a device and method of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters, redefines the nonlinear model parameter indicators of the nonlinear device components, gives the definition of the test parameter, that is, the definition of W-parameter, solves the challenges of the dual-frequency nonlinear behavioral model characterization and testing for the microwave device components, makes it more convenient to measure the nonlinear characteristics of the mixer, amplifier and passive device components and has a good promotional value.

Claims

1. A device of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters, wherein it comprises a frequency reference module (1), selector switches, testing ports, multiplier selection units, receivers, couplers, a mixer (11), a computer module (2) and loads; wherein,

The said selector switches comprises a first selector switch (24), a second selector switch (19), a third selector switch (26), a fourth selector switch (14), a fifth selector switch (9), a sixth selector switch (10) and a seventh selector switch (12);

The said testing ports comprise a first testing port (28), a second testing port (21) and a third testing port (16);

The said multiplier selection units comprise a first multiplier selection unit (22) and a second multiplier selection unit (17) for realizing the selection of the pass-through, double, triple ... n-tuple for the signals;

The said receivers comprise a R receiver (3) for providing a phase reference for the nonlinear testing, a RI receiver (4) for testing the output signal of a first signal source (101), a R2 receiver (5) for testing the output signal of a second signal source (102), an A receiver (6) for testing the signal entering the first testing port (28), a B receiver (7) for testing the signal entering the second testing port (21), and a C receiver (8) for testing the signal entering the third testing port (16);

The said receiver mainly comprises a frequency mixing module, an intermediate frequency conditioning module, an A/D conversion module and a DSP vector calculation module;

The said couplers comprise a first coupler (23), a second coupler (18), a third coupler (27), a fourth coupler (20) and a fifth coupler (15);

The said first coupler (23) sends the coupled portion of the signal emitted from the first signal source (101) to the RI receiver (4);

The said second coupler (18) sends the coupled portion of the signal emitted from the second signal source (102) to the R2 receiver (5);

The said third coupler sends the coupled portion of the incoming signal from the first testing port (28) to the A receiver (6); The said fourth coupler (20) sends the coupled portion of the incoming signal from the second testing port (21) to the B receiver (7);

The said fifth coupler (15) sends the coupled portion of the incoming signal from the third testing port (16) to the C receiver (8);

The said mixer (11) is configured to frequency mix the output signal of the first multiplier selection unit (22) and the output signal of the second multiplier selection unit (17) and output the signal subject to frequency mixing to the R receiver (3) via the fifth selector switch (9);

The said loads comprise a first load (13) and a second load (25);

The first selector switch (24) is a single-pole double-throw switch, wherein a common end of the first selector switch is connected to a first signal source through a first coupler, a first selector end of the first selector switch is connected to a first testing port through a third selector switch and a third coupler, and a second selector end of the first selector switch is connected to a third testing port through a fourth selector switch and a fifth coupler; The second selector switch (19) is a single-pole three-throw switch, wherein a common end of the second selector switch is connected to a second signal source through a second coupler, a first selector end of the second selector switch is connected to the third testing port through the fourth selector switch and the fifth coupler, a second selector end of the second selector switch is directly connected to a second testing port and a third selector end of the second selector switch is connected to the first testing port through the first selector switch;

The third selector switch (26) is a single-pole double-throw switch, wherein a common end of the third selector switch is connected to the first testing port through the third coupler, a first selector end of the third selector switch is connected to the first signal source through the first selector switch and the first coupler so that signals are output from the first testing port, and a second selector end of the third selector switch is directly connected to a second load so that signals entering from the first testing port are absorbed by the second load;

The fourth selector switch (14) is a single-pole double-throw switch, wherein a common end of the fourth selector switch is connected to the third testing port through the fifth coupler, a first selector end of the fourth selector switch is connected to the second signal source through the second selector switch so that signals are output from the third testing port, and a second selector end of the fourth selector switch is directly connected to a first load so that signals entering from the third testing port are absorbed by the first load;

The fifth selector switch (9) is a single-pole three-throw switch, wherein a common end of the fifth selector switch is connected to an R receiver, a first selector end of the fifth selector switch is connected to a first multiplier unit through a sixth selector switch to obtain a multiplier signal of the first signal source, a second selector end of the fifth selector switch is connected to a second multiplier unit through a seventh selector switch to obtain a multiplier signal of the second signal source, and a third selector end of the fifth selector switch is directly connected to a frequency mixer;

The sixth selector switch (10) is a single-pole double-throw switch, wherein a common end of the sixth selector switch is connected to a first multiplier selection unit, a first selector end of the sixth selector switch is connected to the R receiver through the fifth selector switch, a second selector end of the sixth selector switch is connected to the R receiver through the frequency mixer and the fifth selector switch;

The seventh selector switch (12) is a single-pole double-throw switch, wherein a common end of the seventh selector switch is connected to a second multiplier selection unit, a first selector end of the seventh selector switch is connected to the R receiver through the fifth selector switch, and a second selector end of the seventh selector switch is connected to the R receiver through the frequency mixer and the fifth selector switch;

The said frequency reference module (1) generates two signal sources, that is, the first signal source (101) and the second signal source (102), and a local oscillator signal source (103) for sending a local oscillator signal to a receiver; the said first signal source (101) and the said second signal source (102) input the signal to the first testing port (28) or the third testing port (16) in an independent or combined fashion, the second signal source (102) outputs the signal to the second testing port (21) independently, the local oscillator signal source (103) sends the local oscillator signal to six receivers, namely, R receiver (3), RI receiver (4), R2 receiver (5), A receiver (6), B receiver (7) and C receiver (8);

The signals from the said first signal source (101) and the said second signal source (102) are respectively divided into the first multiplier selection unit (22) and the second multiplier selection unit (17), and the signal output from the first multiplier selection unit (22) is sent to the R receiver (3) via the sixth selector switch (10) and the fifth selector switch (9); or the signal output from the second multiplier selection unit (22) is sent to the R receiver (3) via the seventh selector switch (12) and the fifth selector switch (9); or the signal output from the first multiplier selection unit (22) and the signal output from the second multiplier selection unit (17) enter the mixer (11) where the frequency mixing is performed via the sixth selector switch (10) and the seventh selector switch (12) respectively, and the signal that is frequency mixed by the mixer (11) is sent to the R receiver (3) via the fifth selector switch (9);

The signal in the R receiver (3) and the signals that respectively enter the RI receiver (4), R2 receiver (5), A receiver (6), B receiver (7) and C receiver (8) via the first coupler (23), the second coupler (18), the third coupler (27), the fourth coupler (20) and the fifth coupler (15) are frequency mixed with the local oscillator signal generated by the local oscillator signal source (103) to output an intermediate frequency signal which is subjected to intermediate frequency conditioning by an intermediate frequency conditioning module, then enters an AID conversion module for sampling and conversion and then enters the DSP vector calculation module where the digital intermediate frequency signal is subjected to 1/Qdecomposition and filtering, and the received signal is tested for its amplitude and phase and the test data is sent to the computer module (2) for nonlinear modeling; additionally, the computer module controls the sweep frequency and power of the first signal source (101) and the second signal source (102) as well as the local oscillator signal source (103).

2. A method of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters, wherein, the said method adopts a device of testing the dual-frequency nonlinear vector network parameters according to claim 1 and comprises the following steps:

Step 1: For the two-port network under test, connect the device under test (DUT) to the first testing port (28) and the third testing port (16);

Step 2: For testing the single-frequency reflection response and single-frequency transmission response, turn

off the second signal source (102), let a first selector switch gate on the first testing port (28), let a third selector switch gate on the first signal source (101) and let a fourth selector switch gate on the first load (13); the test signal generated by the first signal source (101) is loaded by the first testing port (28) to the device under test and the signal transmitted to the third testing port (16) is absorbed by the first load (13); after calibration, test the forward full frequency band S-parameter of the two-port network and test the single-frequency reflection response and single-frequency transmission response using the test results of the RI receiver (4), A receiver (6) and C receiver (8) giving 20 test results;

Step 3: For testing the single-frequency backward reflection response and single-frequency backward transmission response, turn off the first signal source (101), let a second selector switch gate on the third testing port (16), let the third selector switch gate on the second load (25), let a fourth selector switch gate on the second signal source (102); the test signal generated by the second signal source (102) is loaded by the third testing port (16) to the device under test and the signal transmitted to the first testing port (28) is absorbed by the second load (25); after calibration, test the backward full frequency band S-parameter of the two-port network and test the single-frequency backward reflection response and single-frequency backward transmission response using the test results of the R2 receiver (5), A receiver (6) and C receiver (8), giving 20 test results;

Step 4: For testing the forward harmonic response, let the first selector switch gate on the first testing port (28), let the second selector switch gate on the third testing port (16), let the third selector switch gate on the first signal source (101), let the fourth selector switch gate on the first load (13), let a sixth selector switch gate on the R receiver (3), let a fifth selector switch gate on the first signal source (101), let the first multiplier selection unit (22) select N-tuple, where N is a positive integer greater than 2, after calibration, test the N-times harmonic response and test the forward harmonic response using the test results of the R receiver (3), RI receiver (4), A receiver (6) and C receiver (8) giving 4 test results;

Step 5: For testing the backward harmonic response, let the first selector switch gate on the first testing port (28), let the second selector switch gate on the third testing port (16), let the third selector switch gate on the first signal source (101), let the fourth selector switch gate on the first load (13), let the sixth selector switch gate on the R receiver (3), let the fifth selector switch gate on the first signal source (101), let the second multiplier selection unit (17) select N-tuple, where N is a positive integer greater than 2, after calibration, test the N-times harmonic response, and test the backward harmonic response using the test results of the R receiver (3), RI receiver (4), A receiver (6) and C receiver (8), giving 4 test results;

Step 6: Repeat the on-off actions in Steps 4 and 5, test the impact of the harmonic frequency on the fundamental frequency, and test the response of the $1/N$ frequency component of the excitation frequency, where $N = 2$, getting 4 forward responses and 4 backward responses;

Step 7: For testing the intercoupling effect of the dual-tone signals, assume that the frequency difference between two signals is $\Delta = \omega_2 - \omega_1$ and test the intercoupling effect of the dual-tone signals, finding 120 test results;

Step 8: For testing the forward excitation response, let the first selector switch gate on the first testing port (28), let the second selector switch gate on the first testing port (28), the output of which is a dual-tone signal, and test the forward excitation response using the data from the RI receiver (4), R2 receiver, A receiver (6), B receiver (7) and C receiver (8);

Step 9: For testing the backward excitation response, let the first selector switch gate on the third testing port (16), let the second selector switch gate on the third testing port (16), the output of which is a dual-tone signal, and test the backward excitation response using the data from the RI receiver (4), R2 receiver, A receiver (6), B receiver (7) and C receiver (8), finding 4 test results;

Step 10: For testing the forward response and backward response of the dual-tone signal sum frequency, let the first selector switch gate on the first testing port (28), let the second selector switch gate on the first testing port (28), the output of which is a dual-tone signal, let the first multiplier selection unit (22) select pass-through, let the second multiplier selection unit (17) select pass-through, let the sixth selector switch and the seventh selector switch select frequency mixing, let the fifth selector switch select the mixed frequency output, let the receiving frequency of the R receiver (3) be $\omega_1 + \omega_2$, test the forward response of the dual-tone signal sum frequency using the data from the R receiver (3), RI receiver (4), B receiver (7) and C receiver (8), and similarly test the backward response of the dual-tone signal sum frequency when the third testing port (16) outputs a dual-tone signal, finding 4 test results;

Step 11: For testing the forward response and backward response of the dual-tone signal beat frequency, let the first selector switch gate on the first testing port (28), let the second selector switch gate on the first testing port (28), the output of which is a dual-tone signal, let the first multiplier selection unit (22) select pass-through, let the second multiplier selection unit (17) select pass-through, let the sixth selector switch and the seventh selector switch select frequency mixing, let the fifth selector switch select the mixed frequency output, let the receiving frequency of the R receiver (3) be $\omega_2 - \omega_1$, test the forward response of the dual-tone signal beat frequency using the data of the R receiver (3), RI receiver (4), B receiver (7) and C receiver (8), and similarly

test the backward response of the dual-tone signal beat frequency when the third testing port (16) outputs a dual-tone signal, finding 4 test results;

Step 12: For testing the forward third-order intermodulation and backward third-order intermodulation of the dual-tone signal sum frequency, let the first selector switch gate on the first testing port (28), let the second selector switch gate on the first testing port (28), the output of which is a dual-tone signal, let the first multiplier selection unit (22) select pass-through, let the second multiplier selection unit (17) select pass-through, let the sixth selector switch and the seventh selector switch select frequency mixing, let the fifth selector select mixed frequency output, let the receiving frequency of the R receiver (3) be $2\omega_1 + \omega_2$ or $\omega_1 + 2\omega_2$, test the forward third-order intermodulation of the dual-tone signal sum frequency using the data from the R receiver (3), RI receiver (4), B receiver (7) and C receiver (8), and similarly test the backward third-order intermodulation of the dual-tone signal sum frequency when the third testing port (16) outputs a dual-tone signal, finding 8 test results;

Step 13: For testing the forward third-order intermodulation and backward third-order intermodulation of the dual-tone signal beat frequency, let the first selector switch gate on the first testing port (28), let the second selector switch gate on the first testing port (28), the output of which is a dual-tone signal, let the first multiplier selection unit (22) select pass-through, let the second multiplier selection unit (17) select pass-through, let the sixth selector switch and the seventh selector switch select frequency mixing, let the fifth selector select mixed frequency output and let the receiving frequency of the R receiver (3) be $2\omega_1 - \omega_2$ or $2\omega_2 - \omega_1$, test the forward third-order intermodulation of the dual-tone signal beat frequency using the data from the R receiver (3), RI receiver (4), B receiver (7) and C receiver (8) and similarly test the backward third-order intermodulation of the dual-tone signal beat frequency when the third testing port (16) outputs a dual-tone signal, finding 8 test results;

Step 14: Express the test results using the dual-frequency nonlinear microwave W scattering function matrix,

$[b]=[W][a]$, $W_{i,j} = W_{(l,k)}^{(m_b,n_b)-(m_a,n_a)}$, where, i and j represent the positions of the W matrix, k represents the port number of the input a-wave, l represents the port number of the output b-wave, m and n represent the dual-tone orders and both are integers and don't assume 0 simultaneously, (m_a,n_a) represents the frequency of the a-wave at a frequency of $m_a\omega_1 + n_a\omega_2$ and $(m_b,n_b) - (m_a,n_a)$ represents the response of the b-wave to the a-wave at a frequency of $m_b\omega_1 + n_b\omega_2$.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Testen der nichtlinearen Dualfrequenz-Vektornetzwerkparameter, wobei sie ein Frequenzreferenzmodul (1), Wahlschalter, Test-Ports, Vervielfacher-Auswahleinheiten, Empfänger, Koppler, einen Mischer (11), ein Computermodul (2) und Lasten umfasst, wobei

die Wahlschalter einen ersten Wahlschalter (24), einen zweiten Wahlschalter (19), einen dritten Wahlschalter (26), einen vierten Wahlschalter (14), einen fünften Wahlschalter (9), einen sechsten Wahlschalter (10) und einen siebten Wahlschalter (12) umfassen,

wobei die Test-Ports einen ersten Test-Port (28), einen zweiten Test-Port (21) und einen dritten Test-Port (16) umfassen,

die Vervielfacher-Auswahleinheiten eine erste Vervielfacher-Auswahleinheit (22) und eine zweite Vervielfacher-Auswahleinheit (17) zum Realisieren der Auswahl von Durchschleifen, Doppelt, Dreifach ... n-Tupel für die Signale,

die Empfänger einen R-Empfänger (3) zum Bereitstellen einer Phasenreferenz für das nichtlineare Testen, einen R1-Empfänger (4) zum Testen des Ausgabesignals einer ersten Signalquelle (101), einen R2-Empfänger (5) zum Testen des Ausgabesignals einer zweiten Signalquelle (102), einen A-Empfänger (6) zum Testen des Signals, das in den ersten Test-Port (28) eintritt, einen B-Empfänger (7) zum Testen des Signals, das in den zweiten Test-Port (21) eintritt, und einen C-Empfänger (8) zum Testen des Signals, das in den dritten Test-Port (16) eintritt, umfassen,

wobei der Empfänger hauptsächlich ein Frequenzmischmodul, ein Zwischenfrequenz-Konditionierungsmodul, ein A/D-Umwandlungsmodul und ein DSP-Vektorberechnungsmodul umfasst,

die Koppler einen ersten Koppler (23), einen zweiten Koppler (18), einen dritten Koppler (27), einen vierten Koppler (20) und einen fünften Koppler (15) umfassen,

der erste Koppler (23) den gekoppelten Abschnitt des von der ersten Signalquelle (101) emittierten Signals an den R1-Empfänger (4) sendet,

der zweite Koppler (18) den gekoppelten Abschnitt des von der zweiten Signalquelle (102) emittierten Signals an den R2-Empfänger (5) sendet,

der dritte Koppler den gekoppelten Abschnitt des eingehenden Signals von dem ersten Test-Port (28) an den A-Empfänger (6) sendet, der vierte Koppler (20) den gekoppelten Abschnitt des eingehenden Signals von dem zweiten Test-Port (21) an den B-Empfänger (7) sendet,

5 der fünfte Koppler (15) den gekoppelten Abschnitt des eingehenden Signals von dem dritten Test-Port (16) an den C-Empfänger (8) sendet,

der Mixer (11) dafür konfiguriert ist, das Ausgabesignal der ersten Vervielfacher-Auswahleinheit (22) und das Ausgabesignal der zweiten Vervielfacher-Auswahleinheit (17) frequenzzumischen und das dem Frequenzmischen unterzogene Signal über den fünften Wahlschalter (9) an den R-Empfänger (3) auszugeben,

10 die Lasten eine erste Last (13) und eine zweite Last (25) umfassen,

der erste Wahlschalter (24) ein einpoliger Umschalter (Single Pole, Double Throw, SPDT) ist, wobei ein gemeinsames Ende des ersten Wahlschalters über einen ersten Koppler mit einer ersten Signalquelle verbunden ist, ein erstes Wählende des ersten Wahlschalters über einen dritten Wahlschalter und einen dritten Koppler mit einem ersten Test-Port verbunden ist und ein zweites Wählende des ersten Wahlschalters über einen vierten Wahlschalter und einen fünften Koppler mit einem dritten Test-Port verbunden ist,

15 der zweite Wahlschalter (19) ein einpoliger Dreistellungsschalter (Single Pole, Three Throw, SPTT), wobei ein gemeinsames Ende des zweiten Wahlschalters über einen zweiten Koppler mit einer zweiten Signalquelle verbunden ist, ein erstes Wählende des zweiten Wahlschalters über den vierten Wahlschalter und den fünften Koppler mit einem dritten Test-Port verbunden ist, ein zweites Wählende des zweiten Wahlschalters direkt mit einem zweiten Test-Port verbunden ist und ein drittes Wählende des zweiten Wahlschalters über den ersten Wahlschalter mit dem ersten Test-Port verbunden ist,

20 der dritte Wahlschalter (26) ein einpoliger Umschalter (Single Pole, Double Throw, SPDT) ist, wobei ein gemeinsames Ende des dritten Wahlschalters über den dritten Koppler mit dem ersten Test-Port verbunden ist, ein erstes Wählende des dritten Wahlschalters über den ersten Wahlschalter und den ersten Koppler mit der ersten Signalquelle verbunden ist, sodass Signale von dem ersten Test-Port ausgegeben werden, und ein zweites Wählende des dritten Wahlschalters direkt mit einer zweiten Last verbunden ist, sodass Signale, die von dem ersten Test-Port eintreten, durch die zweite Last absorbiert werden,

25 der vierte Wahlschalter (14) ein einpoliger Umschalter (Single Pole, Double Throw, SPDT) ist, wobei ein gemeinsames Ende des vierten Wahlschalters über den fünften Koppler mit dem dritten Test-Port verbunden ist, ein erstes Wählende des vierten Wahlschalters über den zweiten Wahlschalter mit der zweiten Signalquelle verbunden ist, sodass Signale von dem dritten Test-Port ausgegeben werden, und ein zweites Wählende des vierten Wahlschalters direkt mit einer ersten Last verbunden ist, sodass Signale, die von dem dritten Test-Port eintreten, durch die erste Last absorbiert werden,

30 der fünfte Wahlschalter (9) ein einpoliger Dreistellungsschalter (Single Pole, Three Throw, SPTT) ist, wobei ein gemeinsames Ende des fünften Wahlschalters mit einem R-Empfänger verbunden ist, ein erstes Wählende des fünften Wahlschalters über einen sechsten Wahlschalter mit einer ersten Vervielfachereinheit verbunden ist, um ein Vervielfachersignal der ersten Signalquelle zu beziehen, ein zweites Wählende des fünften Wahlschalters über einen siebten Wahlschalter mit einer zweiten Vervielfachereinheit verbunden ist, um ein Vervielfachersignal der zweiten Signalquelle zu beziehen, und ein drittes Wählende des fünften Wahlschalters direkt mit einem Frequenzmischer verbunden ist,

35 der sechste Wahlschalter (10) ein einpoliger Umschalter (Single Pole, Double Throw, SPDT) ist, wobei ein gemeinsames Ende des sechsten Wahlschalters mit einer ersten Vervielfacher-Auswahleinheit verbunden ist, ein erstes Wählende des sechsten Wahlschalters über den fünften Wahlschalter mit dem R-Empfänger verbunden ist, ein zweites Wählende des sechsten Wahlschalters über den Frequenzmischer und den fünften Wahlschalter mit dem R-Empfänger verbunden ist,

40 der siebte Wahlschalter (12) ein einpoliger Umschalter (Single Pole, Double Throw, SPDT) ist, wobei ein gemeinsames Ende des siebten Wahlschalters mit einer zweiten Vervielfacher-Auswahleinheit verbunden ist, ein erstes Wählende des siebten Wahlschalters über den fünften Wahlschalter mit dem R-Empfänger verbunden ist, und ein zweites Wählende des siebten Wahlschalters über den Frequenzmischer und den fünften Wahlschalter mit dem R-Empfänger verbunden ist,

45 das Frequenzreferenzmodul (1) zwei Signalquellen, das heißt die erste Signalquelle (101) und die zweite Signalquelle (102), und eine lokale Oszillatorsignalquelle (103) zum Senden eines lokalen Oszillatorsignals an einen Empfänger erzeugt, wobei die erste Signalquelle (101) und die zweite Signalquelle (102) das Signal auf eigenständige oder kombinierte Weise in den ersten Test-Port (28) oder den dritten Test-Port (16) eingeben, wobei die zweite Signalquelle (102) das Signal eigenständig an den zweiten Test-Port (21) ausgibt, die lokale Oszillatorsignalquelle (103) das lokale Oszillatorsignal an sechs Empfänger sendet, nämlich den R-Empfänger (3), den R1-Empfänger (4), den R2-Empfänger (5), den A-Empfänger (6), den B-Empfänger (7) und den C-Empfänger (8),

50 die Signale von der ersten Signalquelle (101) und der zweiten Signalquelle (102) jeweils in die erste Vervielfa-

cher-Auswahleinheit (22) und die zweite Vervielfacher-Auswahleinheit (17) aufgeteilt werden und die Signalausgabe von der ersten Vervielfacher-Auswahleinheit (22) über den sechsten Wahlschalter (10) und den fünften Wahlschalter (9) an den R-Empfänger (3) gesendet wird oder die Signalausgabe von der zweiten Vervielfacher-Auswahleinheit (22) über den siebten Wahlschalter (12) und den fünften Wahlschalter (9) an den R-Empfänger (3) gesendet wird oder die Signalausgabe von der ersten Vervielfacher-Auswahleinheit (22) und die Signalausgabe von der zweiten Vervielfacher-Auswahleinheit (17) über den sechsten Wahlschalter (10) beziehungsweise den siebten Wahlschalter (12) in den Mischer (11) eintreten, wo das Frequenzmischen durchgeführt wird, und das Signal, das von dem Mischer (11) frequenzgemischt ist, wird über den fünften Wahlschalter (9) an den R-Empfänger (3) gesendet,

das Signal in dem R-Empfänger (3) und die Signale, die über den ersten Koppler (23), den zweiten Koppler (18), den dritten Koppler (27), den vierten Koppler (20) und den fünften Koppler (15) in den R1-Empfänger (4), R2-Empfänger (5), A-Empfänger (6), B-Empfänger (7) beziehungsweise C-Empfänger (8) eintreten, mit dem von der lokalen Oszillatorsignalquelle (103) erzeugten lokalen Oszillatorsignal frequenzgemischt werden, um ein Zwischenfrequenzsignal auszugeben, das einer Zwischenfrequenz-Konditionierung durch ein Zwischenfrequenz-Konditionierungsmodul unterzogen wird, dann in ein AID-Umwandlungsmodul zwecks Abtastung und Umwandlung eintritt und dann in das DSP-Vektorberechnungsmodul eintritt, wo das digitale Zwischenfrequenzsignal einer 1/Q-Zerlegung und Filterung unterzogen wird, und das empfangene Signal auf seine Amplitude und Phase getestet wird und die Testdaten an das Computermodul (2) zwecks nichtlinearen Modellierens gesendet werden,

zusätzlich das Computermodul die Sweep-Frequenz und Stärke der ersten Signalquelle (101) und der zweiten Signalquelle (102) sowie der lokalen Oszillatorsignalquelle (103) steuert.

2. Verfahren zum Testen der nichtlinearen Dualfrequenz-Vektornetzwerkparameter, wobei das Verfahren eine Vorrichtung zum Testen der nichtlinearen Dualfrequenz-Vektornetzwerkparameter nach Anspruch 1 anwendet und die folgenden Schritte umfasst:

Schritt 1: Für das zu testende Zwei-Port-Netzwerk Verbinden der zu testenden Vorrichtung (DUT) mit dem ersten Test-Port (28) und dem dritten Test-Port (16),

Schritt 2: Zum Testen der Einzelfrequenz-Reflektionsantwort und der Einzelfrequenz-Transmissionsantwort Ausschalten der zweiten Signalquelle (102), Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch einen ersten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen der ersten Signalquelle (101) durch einen dritten Wahlschalter und Ansteuern-Lassen des ersten Last (13) durch einen vierten Wahlschalter, das von der ersten Signalquelle (101) erzeugte Testsignal wird durch den ersten Test-Port (28) in die zu testende Vorrichtung geladen und das zu dem dritten Test-Port (16) transmittierte Signal wird von der ersten Last (13) absorbiert, nach der Kalibrierung Testen des Vorwärts-S-Parameters des vollen Frequenzbands des Zwei-Port-Netzwerks und Testen der Einzelfrequenz-Reflektionsantwort und der Einzelfrequenz-Transmissionsantwort unter Verwendung der Testergebnisse des R1-Empfängers (4), des A-Empfängers (6) und des C-Empfängers (8), was 20 Testergebnisse erbringt,

Schritt 3: Zum Testen der Einzelfrequenz-Rückwärts-Reflektionsantwort und der Einzelfrequenz-Rückwärts-Transmissionsantwort Ausschalten der ersten Signalquelle (101), Ansteuern-Lassen des dritten Test-Ports (16) durch einen zweiten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen der zweiten Last (25) durch den dritten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen der zweiten Signalquelle (102) durch einen vierten Wahlschalter, das von der zweiten Signalquelle (102) erzeugte Testsignal wird durch den dritten Test-Port (16) in die zu testende Vorrichtung geladen und das zu dem ersten Test-Port (28) transmittierte Signal wird von der zweiten Last (25) absorbiert, nach der Kalibrierung Testen des Rückwärts-S-Parameters des vollen Frequenzbands des Zwei-Port-Netzwerks und Testen der Einzelfrequenz-Rückwärts-Reflektionsantwort und der Einzelfrequenz-Rückwärts-Transmissionsantwort unter Verwendung der Testergebnisse des R2-Empfängers (5), des A-Empfängers (6) und des C-Empfängers (8), was 20 Testergebnisse erbringt,

Schritt 4: Zum Testen der Vorwärts-Oberschwingungsantwort Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den ersten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen der dritten Test-Ports (16) durch den zweiten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen der ersten Signalquelle (101) durch den dritten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen der ersten Last (13) durch den vierten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen des R-Empfängers (3) durch einen sechsten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen der ersten Signalquelle (101) durch einen fünften Wahlschalter, Auswählen-Lassen von N-Tupel durch die erste Vervielfacher-Auswahleinheit (22), wobei N eine positive ganze Zahl größer als 2 ist, nach der Kalibrierung Testen der N-mal Oberschwingungsantwort und Testen der Vorwärts-Oberschwingungsantwort unter Verwendung der Testergebnisse des R-Empfängers (3), des R1-Empfängers (4), des A-Empfängers (6) und des C-Empfängers (8), was 4 Testergebnisse erbringt,

Schritt 5: Zum Testen der Rückwärts-Oberschwingungsantwort Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den ersten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen der dritten Test-Ports (16) durch den zweiten Wahlschalter,

Ansteuern-Lassen der ersten Signalquelle (101) durch den dritten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen der ersten Last (13) durch den vierten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen des R-Empfängers (3) durch den sechsten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen der ersten Signalquelle (101) durch den fünften Wahlschalter, Auswählen-Lassen von N-Tupel durch die zweite Vervielfacher-Auswahleinheit (17), wobei N eine positive ganze Zahl größer als 2 ist, nach der Kalibrierung Testen der N-mal Oberschwingungsantwort und Testen der Rückwärts-Oberschwingungsantwort unter Verwendung der Testergebnisse des R-Empfängers (3), des R1-Empfängers (4), des A-Empfängers (6) und des C-Empfängers (8), was 4 Testergebnisse erbringt,

Schritt 6: Wiederholen der An-Aus-Vorgänge in den Schritten 4 und 5, Testen der Auswirkung der Oberschwingungsfrequenz auf die Grundfrequenz und Testen der Antwort der 1/N-Frequenzkomponente der Erregungsfrequenz, wobei N = 2, wobei 4 Vorwärts-Antworten und 4 Rückwärts-Antworten erzielt werden,

Schritt 7: Zum Testen des Verbindungseffekts der Dualtonsignale Annehmen, dass die Frequenzdifferenz zwischen zwei Signalen $\Delta = \omega_2 - \omega_1$ beträgt, und Testen des Verbindungseffekts der Dualtonsignale, wobei 120 Testergebnisse festgestellt werden,

Schritt 8: Zum Testen der Vorwärts-Erregungsantwort Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den ersten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den zweiten Wahlschalter, dessen Ausgabe ein Dualtonsignal ist, und Testen der Vorwärts-Erregungsantwort unter Verwendung der Daten von dem R1-Empfänger (4), dem R2-Empfänger, dem A-Empfänger (6), dem B-Empfänger (7) und dem C-Empfänger (8),

Schritt 9: Zum Testen der Rückwärts-Erregungsantwort Ansteuern-Lassen des dritten Test-Ports (16) durch den ersten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen des dritten Test-Ports (16) durch den zweiten Wahlschalter, dessen Ausgabe ein Dualtonsignal ist, und Testen der Rückwärts-Erregungsantwort unter Verwendung der Daten von dem R1-Empfänger (4), dem R2-Empfänger, dem A-Empfänger (6), dem B-Empfänger (7) und dem C-Empfänger (8), wobei 4 Ergebnisse festgestellt werden,

Schritt 10: Zum Testen der Vorwärtsantwort und der Rückwärtsantwort der Summenfrequenz des Dualtonsignals Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den ersten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den zweiten Wahlschalter, dessen Ausgabe ein Dualtonsignal ist, Auswählen-Lassen von Durchschleifen durch die erste Vervielfacher-Auswahleinheit (22), Auswählen-Lassen von Durchschleifen durch die zweite Vervielfacher-Auswahleinheit (17), Auswählen-Lassen des Frequenzmischens durch den sechsten Wahlschalter und den siebten Wahlschalter, Auswählen-Lassen der Mischfrequenzausgabe durch den fünften Wahlschalter, die Empfangsfrequenz des R-Empfängers (3) sei $\omega_1 + \omega_2$, Testen der Vorwärtsantwort der Summenfrequenz des Dualtonsignals unter Verwendung der Daten von dem R-Empfänger (3), dem R1-Empfänger (4), dem B-Empfänger (7) und dem C-Empfänger (8), und in ähnlicher Weise Testen der Rückwärtsantwort der Summenfrequenz des Dualtonsignals, wenn der dritte Test-Port (16) ein Dualtonsignal ausgibt, wobei 4 Ergebnisse festgestellt werden,

Schritt 11: Zum Testen der Vorwärtsantwort und der Rückwärtsantwort der Schwebungsfrequenz des Dualtonsignals Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den ersten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den zweiten Wahlschalter, dessen Ausgabe ein Dualtonsignal ist, Auswählen-Lassen von Durchschleifen durch die erste Vervielfacher-Auswahleinheit (22), Auswählen-Lassen von Durchschleifen durch die zweite Vervielfacher-Auswahleinheit (17), Auswählen-Lassen des Frequenzmischens durch den sechsten Wahlschalter und den siebten Wahlschalter, Auswählen-Lassen der Mischfrequenzausgabe durch den fünften Wahlschalter, die Empfangsfrequenz des R-Empfängers (3) sei $\omega_1 - \omega_2$, Testen der Vorwärtsantwort der Schwebungsfrequenz des Dualtonsignals unter Verwendung der Daten von dem R-Empfänger (3), dem R1-Empfänger (4), dem B-Empfänger (7) und dem C-Empfänger (8), und in ähnlicher Weise Testen der Rückwärtsantwort der Schwebungsfrequenz des Dualtonsignals, wenn der dritte Test-Port (16) ein Dualtonsignal ausgibt, wobei 4 Ergebnisse festgestellt werden,

Schritt 12: Zum Testen der Vorwärtsintermodulation dritter Ordnung und der Rückwärtsmodulation dritter Ordnung der Summenfrequenz des Dualtonsignals Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den ersten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den zweiten Wahlschalter, dessen Ausgabe ein Dualtonsignal ist, Auswählen-Lassen von Durchschleifen durch die erste Vervielfacher-Auswahleinheit (22), Auswählen-Lassen von Durchschleifen durch die zweite Vervielfacher-Auswahleinheit (17), Auswählen-Lassen des Frequenzmischens durch den sechsten Wahlschalter und den siebten Wahlschalter, Auswählen-Lassen der Mischfrequenzausgabe durch den fünften Wahlschalter, die Empfangsfrequenz des R-Empfängers (3) sei $2\omega_1 + \omega_2$ oder $\omega_1 + 2\omega_2$, Testen der Vorwärtsintermodulation dritter Ordnung der Summenfrequenz des Dualtonsignals unter Verwendung der Daten von dem R-Empfänger (3), dem R1-Empfänger (4), dem B-Empfänger (7) und dem C-Empfänger (8), und in ähnlicher Weise Testen der Rückwärtsmodulation dritter Ordnung der Summenfrequenz des Dualtonsignals, wenn der dritte Test-Port (16) ein Dualtonsignal ausgibt, wobei 8 Testergebnisse festgestellt werden,

Schritt 13: Zum Testen der Vorwärtsintermodulation dritter Ordnung und der Rückwärtsmodulation dritter Ord-

nung der Schwebungsfrequenz des Dualtonsignals Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den ersten Wahlschalter, Ansteuern-Lassen des ersten Test-Ports (28) durch den zweiten Wahlschalter, dessen Ausgabe ein Dualtonsignal ist, Auswählen-Lassen von Durchschleifen durch die erste Vervielfacher-Auswahleinheit (22), Auswählen-Lassen von Durchschleifen durch die zweite Vervielfacher-Auswahleinheit (17), Auswählen-Lassen des Frequenzmischens durch den sechsten Wahlschalter und den siebten Wahlschalter, Auswählen-Lassen der Mischfrequenzausgabe durch den fünften Wahlschalter und die Empfangsfrequenz des R-Empfängers (3) sei $2\omega_1 - \omega_2$ oder $2\omega_2 - \omega_1$, Testen der Vorwärtsintermodulation dritter Ordnung der Schwebungsfrequenz des Dualtonsignals unter Verwendung der Daten von dem R-Empfänger (3), dem R1-Empfänger (4), dem B-Empfänger (7) und dem C-Empfänger (8), und in ähnlicher Weise Testen der Rückwärtsmodulation dritter Ordnung der Schwebungsfrequenz des Dualtonsignals, wenn der dritte Test-Port (16) ein Dualtonsignal ausgibt, wobei 8 Testergebnisse festgestellt werden,
Schritt 14: Ausdrücken der Testergebnisse unter Verwendung der Streufunktionsmatrix W der nichtlinearen Dualfrequenz-Mikrowelle, $[b]=[W][a]$,

$$W_{i,j} = W_{\{l,k\}}^{(m_b, n_b) - (m_a, n_a)},$$

wobei i und j die Positionen der W-Matrix darstellen, k die Port-Zahl der eingegebenen a-Welle darstellt, l die Port-Zahl der ausgegebenen b-Welle darstellt, m und n die Dualtonordnungen darstellen und beide ganze Zahlen sind und nicht gleichzeitig 0 werden, (m_a, n_a) die Frequenz einer a-Welle bei einer Frequenz von $m_a\omega_1 + n_a\omega_2$ darstellt und $(m_b, n_b) - (m_a, n_a)$ die Antwort der b-Welle auf die a-Welle bei einer Frequenz von $m_b\omega_1 + n_b\omega_2$ darstellt.

Revendications

1. Dispositif de test des paramètres de réseau de vecteurs non linéaires à double fréquence, dans lequel le dispositif comprend un module de référence de fréquence (1), des commutateurs-sélecteurs, des ports de test, des unités de sélection de multiplicateur, des récepteurs, des coupleurs, un mélangeur (11), un module informatique (2) et des charges ; dans lequel,

lesdits commutateurs-sélecteurs comprennent un premier commutateur-sélecteur (24), un deuxième commutateur-sélecteur (19), un troisième commutateur-sélecteur (26), un quatrième commutateur-sélecteur (14), un cinquième commutateur-sélecteur (9), un sixième commutateur-sélecteur (10) et un septième commutateur-sélecteur (12) ;

lesdits ports de test comprennent un premier port de test (28), un deuxième port de test (21) et un troisième port de test (16) ;

lesdites unités de sélection de multiplicateur comprennent une première unité de sélection de multiplicateur (22) et une seconde unité de sélection de multiplicateur (17) destinées à mettre en oeuvre la sélection de l'uplet de transfert, du double uplet, du triple uplet, ..., des n uplets pour les signaux ;

lesdits récepteurs comprennent un récepteur R (3) destiné à fournir une référence de phase pour l'étape de test non linéaire, un récepteur R1 (4) destiné à tester le signal de sortie d'une première source de signal (101), un récepteur R2 (5) destiné à tester le signal de sortie d'une seconde source de signal (102), un récepteur A (6) destiné à tester le signal entrant dans le premier port de test (28), un récepteur B (7) destiné à tester le signal entrant dans le deuxième port de test (21), et un récepteur C (8) destiné à tester le signal entrant dans le troisième port de test (16) ;

ledit récepteur comprend principalement un module de mélange de fréquences, un module de conditionnement de fréquence intermédiaire, un module de conversion analogique-numérique, A/D, et un module de calcul de vecteurs de processeur de signal numérique, DSP ;

lesdits coupleurs comprennent un premier coupleur (23), un deuxième coupleur (18), un troisième coupleur (27), un quatrième coupleur (20) et un cinquième coupleur (15) ;

ledit premier coupleur (23) envoie la partie couplée du signal émis à partir de la première source de signal (101) au récepteur R1 (4) ;

ledit deuxième coupleur (18) envoie la partie couplée du signal émis à partir de la seconde source de signal (102) au récepteur R2 (5) ;

ledit troisième coupleur envoie la partie couplée du signal entrant provenant du premier port de test (28) au récepteur A (6) ;

ledit quatrième coupleur (20) envoie la partie couplée du signal entrant provenant du deuxième port de test (21) au récepteur B (7) ;

ledit cinquième coupleur (15) envoie la partie couplée du signal entrant provenant du troisième port de test (16) au récepteur C (8) ;

ledit mélangeur (11) est configuré de manière à mélanger en fréquence le signal de sortie de la première unité de sélection de multiplicateur (22) et le signal de sortie de la seconde unité de sélection de multiplicateur (17), et à fournir en sortie le signal soumis au mélange de fréquences, au récepteur R (3), par l'intermédiaire du cinquième commutateur-sélecteur (9) ;

lesdites charges comprennent une première charge (13) et une seconde charge (25) ;

le premier commutateur-sélecteur (24) est un commutateur unipolaire bidirectionnel, dans lequel une extrémité commune du premier commutateur-sélecteur est connectée à une première source de signal par l'intermédiaire d'un premier coupleur, une première extrémité de sélecteur du premier commutateur-sélecteur est connectée à un premier port de test par l'intermédiaire d'un troisième commutateur-sélecteur et d'un troisième coupleur, et une deuxième extrémité de sélecteur du premier commutateur-sélecteur est connectée à un troisième port de test par l'intermédiaire d'un quatrième commutateur-sélecteur et d'un cinquième coupleur ;

le deuxième commutateur-sélecteur (19) est un commutateur unipolaire tridirectionnel, dans lequel une extrémité commune du deuxième commutateur-sélecteur est connectée à une seconde source de signal par l'intermédiaire d'un deuxième coupleur, une première extrémité de sélecteur du deuxième commutateur-sélecteur est connectée au troisième port de test par l'intermédiaire du quatrième commutateur-sélecteur et du cinquième coupleur, une deuxième extrémité de sélecteur du deuxième commutateur-sélecteur est directement connectée à un deuxième port de test et une troisième extrémité de sélecteur du deuxième commutateur-sélecteur est connectée au premier port de test par l'intermédiaire du premier commutateur-sélecteur ;

le troisième commutateur-sélecteur (26) est un commutateur unipolaire bidirectionnel, dans lequel une extrémité commune du troisième commutateur-sélecteur est connectée au premier port de test par l'intermédiaire du troisième coupleur, une première extrémité de sélecteur du troisième commutateur-sélecteur est connectée à la première source de signal par l'intermédiaire du premier commutateur-sélecteur et du premier coupleur, de sorte que des signaux sont fournis en sortie à partir du premier port de test, et une deuxième extrémité de sélecteur du troisième commutateur-sélecteur est directement connectée à une seconde charge, de sorte que des signaux entrant en provenance du premier port de test sont absorbés par la seconde charge ;

le quatrième commutateur-sélecteur (14) est un commutateur unipolaire bidirectionnel, dans lequel une extrémité commune du quatrième commutateur-sélecteur est connectée au troisième port de test par l'intermédiaire du cinquième coupleur, une première extrémité de sélecteur du quatrième commutateur-sélecteur est connectée à la seconde source de signal par l'intermédiaire du deuxième commutateur-sélecteur, de sorte que des signaux sont fournis en sortie à partir du troisième port de test, et une deuxième extrémité de sélecteur du quatrième commutateur-sélecteur est directement connectée à une première charge, de sorte que des signaux entrant en provenance du troisième port de test sont absorbés par la première charge ;

le cinquième commutateur-sélecteur (9) est un commutateur unipolaire tridirectionnel, dans lequel une extrémité commune du cinquième commutateur-sélecteur est connectée à un récepteur R, une première extrémité de sélecteur du cinquième commutateur-sélecteur est connectée à une première unité de sélection de multiplicateur par l'intermédiaire d'un sixième commutateur-sélecteur, en vue d'obtenir un signal de multiplicateur de la première source de signal, une deuxième extrémité de sélecteur du cinquième commutateur-sélecteur est connectée à une seconde unité de sélection de multiplicateur par l'intermédiaire d'un septième commutateur-sélecteur, en vue d'obtenir un signal de multiplicateur de la seconde source de signal, et une troisième extrémité de sélecteur du cinquième commutateur-sélecteur est directement connectée à un mélangeur de fréquences ;

le sixième commutateur-sélecteur (10) est un commutateur unipolaire bidirectionnel, dans lequel une extrémité commune du sixième commutateur-sélecteur est connectée à une première unité de sélection de multiplicateur, une première extrémité de sélecteur du sixième commutateur-sélecteur est connectée au récepteur R par l'intermédiaire du cinquième commutateur-sélecteur, et une deuxième extrémité de sélecteur du sixième commutateur-sélecteur est connectée au récepteur R par l'intermédiaire du mélangeur de fréquences et du cinquième commutateur-sélecteur ;

le septième commutateur-sélecteur (12) est un commutateur unipolaire bidirectionnel, dans lequel une extrémité commune du septième commutateur-sélecteur est connectée à une seconde unité de sélection de multiplicateur, une première extrémité de sélecteur du septième commutateur-sélecteur est connectée au récepteur R par l'intermédiaire du cinquième commutateur-sélecteur, et une deuxième extrémité de sélecteur du septième commutateur-sélecteur est connectée au récepteur R par l'intermédiaire du mélangeur de fréquences et du cinquième commutateur-sélecteur ;

ledit module de référence de fréquence (1) génère deux sources de signal, à savoir la première source de signal (101) et la seconde source de signal (102), et une source de signal d'oscillateur local (103) en vue d'envoyer

un signal d'oscillateur local à un récepteur ;

ladite première source de signal (101) et ladite seconde source de signal (102) appliquent en entrée le signal au niveau du premier port de test (28) ou du troisième port de test (16), de manière indépendante ou combinée, la seconde source de signal (102) fournit en sortie le signal au deuxième port de test (21) de manière indépendante, et la source de signal d'oscillateur local (103) envoie le signal d'oscillateur local à six récepteurs, à savoir le récepteur R (3), le récepteur R1 (4), le récepteur R2 (5), le récepteur A (6), le récepteur B (7) et le récepteur C (8) ;

les signaux provenant de ladite première source de signal (101) et de ladite seconde source de signal (102) sont respectivement divisés dans la première unité de sélection de multiplicateur (22) et dans la seconde unité de sélection de multiplicateur (17), et le signal fourni en sortie à partir de la première unité de sélection de multiplicateur (22) est envoyé au récepteur R (3) par l'intermédiaire du sixième commutateur-sélecteur (10) et du cinquième commutateur-sélecteur (9) ; ou le signal fourni en sortie à partir de la seconde unité de sélection de multiplicateur (22) est envoyé au récepteur R (3) par l'intermédiaire du septième commutateur-sélecteur (12) et du cinquième commutateur-sélecteur (9) ; ou le signal fourni en sortie à partir de la première unité de sélection de multiplicateur (22) et le signal fourni en sortie à partir de la seconde unité de sélection de multiplicateur (17) entrent dans le mélangeur (11) où le mélange de fréquences est mis en oeuvre par l'intermédiaire du sixième commutateur-sélecteur (10) et du septième commutateur-sélecteur (12), respectivement, et le signal qui est mélangé en fréquence par le mélangeur (11) est envoyé au récepteur R (3) par l'intermédiaire du cinquième commutateur-sélecteur (9) ;

le signal dans le récepteur R (3) et les signaux qui entrent respectivement dans le récepteur R1 (4), le récepteur R2 (5), le récepteur A (6), le récepteur B (7) et le récepteur C (8), par l'intermédiaire du premier coupleur (23), du deuxième coupleur (18), du troisième coupleur (27), du quatrième coupleur (20) et du cinquième coupleur (15), sont mélangés en fréquence avec le signal d'oscillateur local généré par la source de signal d'oscillateur local (103), en vue de fournir en sortie un signal de fréquence intermédiaire qui est soumis à un conditionnement de fréquence intermédiaire par un module de conditionnement de fréquence intermédiaire, qui entre ensuite dans un module de conversion analogique-numérique, A/D, à des fins d'échantillonnage et de conversion, et qui entre ensuite dans le module de calcul de vecteurs de processeur de signal numérique, DSP, où le signal de fréquence intermédiaire numérique est soumis à une décomposition 1/Q et à un filtrage, et le signal reçu est testé en ce qui concerne son amplitude et sa phase, et les données de test sont envoyées au module informatique (2) à des fins de modélisation non-linéaire ;

en outre, le module informatique commande la fréquence de balayage et la puissance de la première source de signal (101), de la seconde source de signal (102), ainsi que de la source de signal d'oscillateur local (103).

2. Procédé de test des paramètres de réseau de vecteurs non linéaires à double fréquence, dans lequel ledit procédé adopte un dispositif destiné à tester les paramètres de réseau de vecteurs non linéaires à double fréquence selon la revendication 1 et comprend les étapes ci-dessous consistant à :

Étape 1 : pour le réseau à deux ports testé, connecter le dispositif testé (DUT) au premier port de test (28) et au troisième port de test (16) ;

Étape 2 : en vue de tester la réponse de réflexion monofréquence et la réponse de transmission monofréquence, désactiver la seconde source de signal (102), laisser un premier commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port de test (28), laisser un troisième commutateur-sélecteur se déclencher sur la première source de signal (101) et laisser un quatrième commutateur-sélecteur se déclencher sur la première charge (13) ; dans lequel le signal de test généré par la première source de signal (101) est chargé par le premier port de test (28) au niveau du dispositif testé, et le signal transmis au troisième port de test (16) est absorbé par la première charge (13) ; après l'étalonnage, tester le paramètre S à bande de fréquence complète vers l'avant du réseau à deux ports et tester la réponse de réflexion monofréquence et la réponse de transmission monofréquence en utilisant les résultats de test du récepteur R1 (4), du récepteur A (6) et du récepteur C (8), ce qui donne 20 résultats de test ;

Étape 3 : pour tester la réponse de rétro-réflexion monofréquence et la réponse de rétro-transmission monofréquence, désactiver la première source de signal (101), laisser un deuxième commutateur-sélecteur se déclencher sur le troisième port de test (16), laisser le troisième commutateur-sélecteur se déclencher sur la seconde charge (25), et laisser un quatrième commutateur-sélecteur se déclencher sur la seconde source de signal (102) ; le signal de test généré par la seconde source de signal (102) est chargé par le troisième port de test (16) au niveau du dispositif testé et le signal transmis au premier port de test (28) est absorbé par la seconde charge (25) ; après l'étalonnage, tester le paramètre S à bande de fréquence complète vers l'arrière du réseau à deux ports et tester la réponse de rétro-réflexion monofréquence et la réponse de rétro-transmission monofréquence en utilisant les résultats de test du récepteur R2 (5), du récepteur A (6) et du récepteur C (8), ce

qui donne 20 résultats de test ;

Étape 4 : pour tester la réponse harmonique vers l'avant, laisser le premier commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port de test (28), laisser le deuxième commutateur-sélecteur se déclencher sur le troisième port de test (16), laisser le troisième commutateur-sélecteur se déclencher sur la première source de signal (101),
laisser le quatrième commutateur-sélecteur se déclencher sur la première charge (13), laisser un sixième
commutateur-sélecteur se déclencher sur le récepteur R (3), laisser un cinquième commutateur-sélecteur se
déclencher sur la première source de signal (101), laisser la première unité de sélection de multiplicateur (22)
sélectionner N uplets, où « N » est un entier positif supérieur à 2, après étalonnage, tester la réponse harmonique
à N occurrences et tester la réponse harmonique vers l'avant en utilisant les résultats de test du récepteur R
(3), du récepteur R1 (4), du récepteur A (6) et du récepteur C (8), ce qui donne 4 résultats de test ;

Étape 5 : pour tester la réponse harmonique vers l'arrière, laisser le premier commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port de test (28), laisser le deuxième commutateur-sélecteur se déclencher sur le troisième port de test (16), laisser le troisième commutateur-sélecteur se déclencher sur la première source de signal (101), laisser le quatrième commutateur-sélecteur se déclencher sur la première charge (13), laisser le sixième
commutateur-sélecteur se déclencher sur le récepteur R (3), laisser le cinquième commutateur-sélecteur se
déclencher sur la première source de signal (101), laisser la seconde unité de sélection de multiplicateur (17)
sélectionner N uplets, où « N » est un nombre entier positif supérieur à 2, après l'étalonnage, tester la réponse
harmonique à N occurrences, et tester la réponse harmonique vers l'arrière en utilisant les résultats de test du
récepteur R (3), du récepteur R1 (4), du récepteur A (6) et du récepteur C (8), ce qui donne 4 résultats de test ;
Étape 6 : répéter les actions d'activation/désactivation des étapes 4 et 5, tester l'impact de la fréquence har-
monique sur la fréquence fondamentale et tester la réponse de la composante de fréquence 1/N de la fréquence
d'excitation, où $N = 2$, ce qui permet d'obtenir 4 réponses vers l'avant et 4 réponses vers l'arrière ;

Étape 7 : pour tester l'effet d'intercouplage des signaux à deux tonalités, supposer que la différence de fréquence
entre deux signaux est $\Delta = \omega_2 - \omega_1$ et tester l'effet d'intercouplage des signaux à deux tonalités, ce qui permet
de trouver 120 résultats de test ;

Étape 8 : pour tester la réponse d'excitation vers l'avant, laisser le premier commutateur-sélecteur se déclencher
sur le premier port de test (28), laisser le deuxième commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port
de test (28), dont la sortie est un signal à deux tonalités, et tester la réponse d'excitation vers l'avant en utilisant
les données provenant du récepteur R1 (4), du récepteur R2, du récepteur A (6), du récepteur B (7) et du
récepteur C (8) ;

Étape 9 : pour tester la réponse d'excitation vers l'arrière, laisser le premier commutateur-sélecteur se déclencher sur le troisième port de test (16), laisser le deuxième commutateur-sélecteur se déclencher sur le troisième port de test (16), dont la sortie est un signal à deux tonalités, et tester la réponse d'excitation vers l'arrière en utilisant les données provenant du récepteur R1 (4), du récepteur R2, du récepteur A (6), du récepteur B (7) et du récepteur C (8), ce qui permet de trouver 4 résultats de test ;

Étape 10 : pour tester la réponse vers l'avant et la réponse vers l'arrière de la fréquence de somme de signaux
à deux tonalités, laisser le premier commutateur-commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port de
test (28), laisser le deuxième commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port de test (28), dont la
sortie est un signal à deux tonalités, laisser la première unité de sélection de multiplicateur (22) sélectionner
un transfert, laisser la seconde unité de sélection de multiplicateur (17) sélectionner un transfert, laisser le
sixième commutateur-sélecteur et le septième commutateur-sélecteur sélectionner un mélange de fréquences,
laisser le cinquième commutateur-sélecteur sélectionner la sortie de fréquence mélangée, laisser la fréquence
de réception du récepteur R (3) être $\omega_1 + \omega_2$, tester la réponse vers l'avant de la fréquence de somme de
signaux à deux tonalités en utilisant les données provenant du récepteur R (3), du récepteur R1 (4), du récepteur
B (7) et du récepteur C (8), et tester de manière similaire la réponse vers l'arrière de la fréquence de somme
de signaux à deux tonalités lorsque le troisième port de test (16) fournit en sortie un signal à deux tonalités, ce
qui permet de trouver 4 résultats de test ;

Étape 11 : pour tester la réponse vers l'avant et la réponse vers l'arrière de la fréquence de battement de signal
à deux tonalités, laisser le premier commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port de test (28), laisser
le deuxième commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port de test (28), dont la sortie est un signal
à deux tonalités, laisser la première unité de sélection de multiplicateur (22) sélectionner un transfert, laisser
la seconde unité de sélection de multiplicateur (17) sélectionner un transfert, laisser le sixième commutateur-
sélecteur et le septième commutateur-sélecteur sélectionner un mélange de fréquences, laisser le cinquième
sélecteur sélectionner la sortie de fréquence mélangée, laisser la fréquence de réception du récepteur R (3)
être $\omega_2 + \omega_1$, tester la réponse vers l'avant de la fréquence de battement de signal à deux tonalités, en utilisant
les données du récepteur R (3), du récepteur R1 (4), du récepteur B (7) et du récepteur C (8), et tester de
manière similaire la réponse vers l'arrière de la fréquence de battement de signal à deux tonalités lorsque le
troisième port de test (16) fournit en sortie un signal à deux tonalités, ce qui permet de trouver 4 résultats de test ;

Étape 12 : pour tester l'intermodulation de troisième ordre vers l'avant et l'intermodulation de troisième ordre vers l'arrière de la fréquence de somme de signaux à deux tonalités, laisser le premier commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port de test (28), laisser le deuxième commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port de test (28), dont la sortie est un signal à deux tonalités, laisser la première unité de sélection de multiplicateur (22) sélectionner un transfert, laisser la seconde unité de sélection de multiplicateur (17) sélectionner un transfert, laisser le sixième commutateur-sélecteur et le septième commutateur-sélecteur sélectionner un mélange de fréquences, laisser le cinquième commutateur-sélecteur sélectionner une sortie de fréquence mélangée, laisser la fréquence de réception du récepteur R (3) être $2\omega_1 + \omega_2$ ou $\omega_1 + 2\omega_2$, tester l'intermodulation de troisième ordre vers l'avant de la fréquence de somme de signaux à deux tonalités, en utilisant les données provenant du récepteur R (3), du récepteur R1 (4), du récepteur B (7) et du récepteur C (8), et tester de manière similaire l'intermodulation de troisième ordre vers l'arrière de la fréquence de somme de signaux à deux tonalités lorsque le troisième port de test (16) fournit en sortie un signal à deux tonalités, ce qui permet de trouver 8 résultats de test ;

Étape 13 : pour tester l'intermodulation de troisième ordre vers l'avant et l'intermodulation de troisième ordre vers l'arrière de la fréquence de battement de signal à deux tonalités, laisser le premier commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port de test (28), laisser le deuxième commutateur-sélecteur se déclencher sur le premier port de test (28), dont la sortie est un signal à deux tonalités, laisser la première unité de sélection de multiplicateur (22) sélectionner un transfert, laisser la seconde unité de sélection de multiplicateur (17) sélectionner un transfert, laisser le sixième commutateur-sélecteur et le septième commutateur-sélecteur sélectionner un mélange de fréquences, laisser le cinquième commutateur-sélecteur sélectionner une sortie de fréquence mélangée et laisser la fréquence de réception du récepteur R (3) être $2\omega_1 - \omega_2$ ou $2\omega_2 - \omega_1$, tester l'intermodulation de troisième ordre vers l'avant de la fréquence de battement de signal à deux tonalités, en utilisant les données provenant du récepteur R (3), du récepteur R1 (4), du récepteur B (7) et du récepteur C (8) et tester de manière similaire l'intermodulation de troisième ordre vers l'arrière de la fréquence de battement de signal à deux tonalités lorsque le troisième port de test (16) fournit en sortie un signal à deux tonalités, ce qui permet de trouver 8 résultats de test ;

Étape 14 : exprimer les résultats de test au moyen de la matrice à fonction de diffusion W de micro-ondes non

linéaires à double fréquence, $[b]=[W][a]$, $W_{i,j} = W_{(i,k)}^{(m_b, n_b) - (m_a, n_a)}$, où « i » et « j » représentent les positions de la matrice W, « k » représente le numéro de port de l'onde a d'entrée, « l » représente le numéro de port de l'onde b de sortie, « m » et « n » représentent les ordres à deux tonalités, correspondent tous deux à des nombres entiers et ne prennent pas la valeur « 0 » simultanément, (m_a, n_a) représente la fréquence de l'onde a à une fréquence de $m_a\omega_1 + n_a\omega_2$ et $(m_b, n_b) - (m_a, n_a)$ représente la réponse de l'onde b, à l'onde a, à une fréquence de $m_b\omega_1 + n_b\omega_2$.

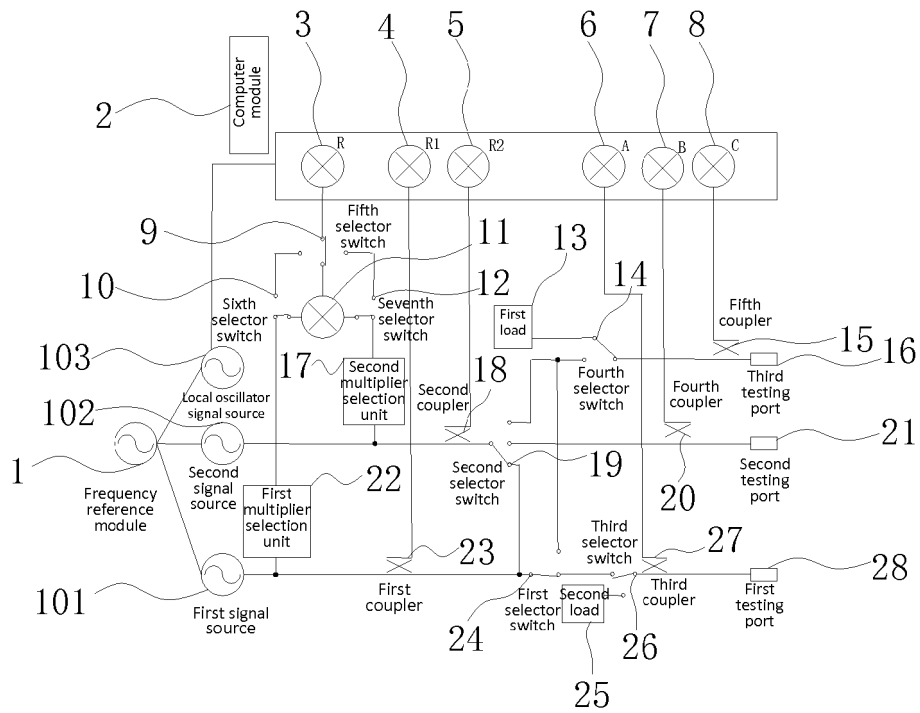


FIG. 1

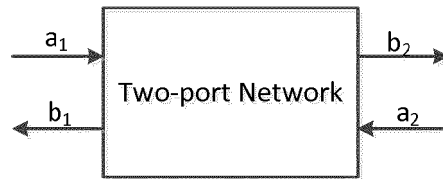


FIG. 2

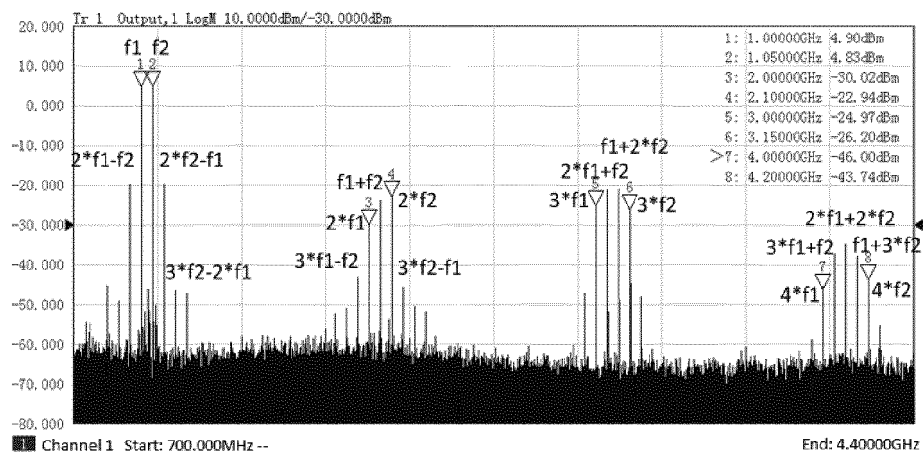


FIG. 3

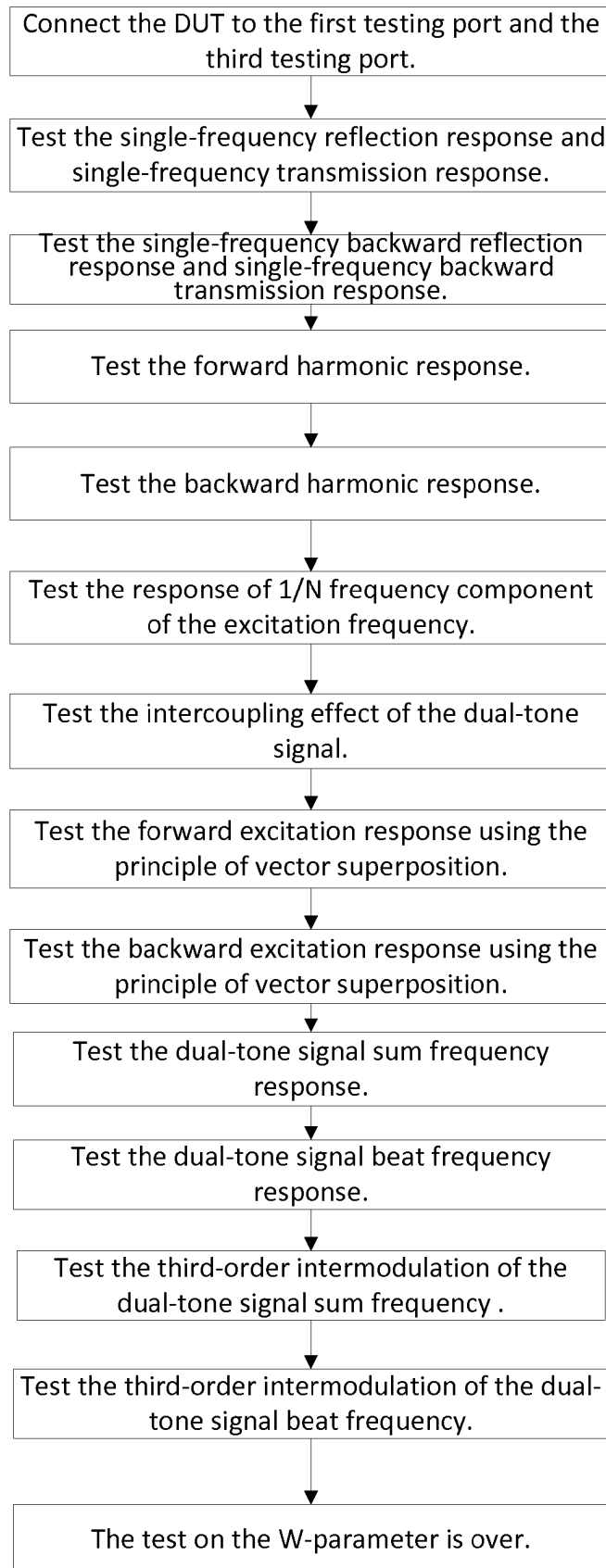


FIG. 4

REFERENCES CITED IN THE DESCRIPTION

This list of references cited by the applicant is for the reader's convenience only. It does not form part of the European patent document. Even though great care has been taken in compiling the references, errors or omissions cannot be excluded and the EPO disclaims all liability in this regard.

Patent documents cited in the description

- CN 103675448 A [0003]
- US 2011288820 A1 [0003]

Non-patent literature cited in the description

- NonLin-IM: Vector analysis for non-linear intermodulation measurements. *HEUERMAN HF-Technik GmbH*, February 2012 [0003]